

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ СТАНА 5000 ОАО "ВМЗ" НА БАЗЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Епишин А.В., Кузнецов В.В., Машкина А.Ю., Чугунников С.Л.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»)
г. Москва, Россия*

В настоящее время, в управлении любым производственным процессом используется определенный, рассчитанный заранее алгоритм действий. Данный алгоритм тщательно просчитывается группой инженеров, как правило, профессионалов высшей квалификации. Но на бумаге, чертежах, программе и в реальном воплощении часто бывают расхождения, связанные не только с человеческим фактором при проектировании, но и монтаже, пуско-наладке, особенностей эксплуатации.

Данные расхождения могут привести к неэффективной работе агрегата, невозможности использования потенциала оборудования на 100 %. А каждый упущенный процент полезного действия, это затраченные деньги на топливо, электричество, увеличение вредных выбросов и менее рациональное использование рабочих часов персонала. И что не самое маловажное, снижение прибыли от сниженной производительности.

Для снижения погрешностей между проектируемым и реальным процессом следует проводить промышленный эксперимент. Также он необходим для калибровки и проверки качественного выполнения технологического процесса по истечении какого-то времени. Проведение такого эксперимента не требует каких-то сверхусилий или больших затрат. Следует лишь качественно и с полной ответственностью подойти к каждому из этапов эксперимента.

В данной статье рассмотрен промышленный эксперимент, проведенный на двух идентичных нагревательных печах с шагающими балками конструкции фирмы «Fives Stein» стана 5000 Выксунского Metallургического Завода. Данные печи предназначены для нагрева массивных слябов толщиной 300–400 мм.

Первым этапом любого эксперимента должна быть подготовка, необходим полный доступ к информации по объекту исследования, подготовка необходимых материалов, а также вовлечение сотрудников комбината, отвечающих за все аспекты работы агрегата. В данном случае, было проведено комплексное исследование тепловой изоляции печи, подготовлен специальный сляб, устройство для автономного измерения температур внутри и снаружи сляба, активизированы сотрудники цеха и теплотехнической лаборатории завода. На рис. 1 представлена схема размещения и установки 9-ти гибких термоэлектрических термометров на экспериментальном слябе, 10-ая термопара контролировала температуру среды над заготовкой.

На базе системы автономного измерения температурных режимов нагрева металла (АРТ) созданы и отработаны методики эффективного изучения тепловой работы печей станов горячей прокатки и получены результаты, раскрывающие реальную картину процессов в печах и позволяющие существенно улучшить их функционирование. Следует отметить, что в содружестве с фирмой «PhoenixTM» (Великобритания) созданы уникальные устройства для установки и защиты электронных записывающих систем, устанавливаемых на металле и находящихся в печи значительное время при весьма высоких температурах. Система Phoenix TM оснащена приёмно-передающим устройством, работающим на общепринятой промышленной частоте сигнала 433 МГц. На печах КПК ОАО «ВМЗ» и нагревательных печах стана 5000 использовалась система мониторинга температуры с максимально возможными характеристиками по времени нахождения в печи для согласованных габаритных размеров заготовок и заданных технологических режимов нагрева.

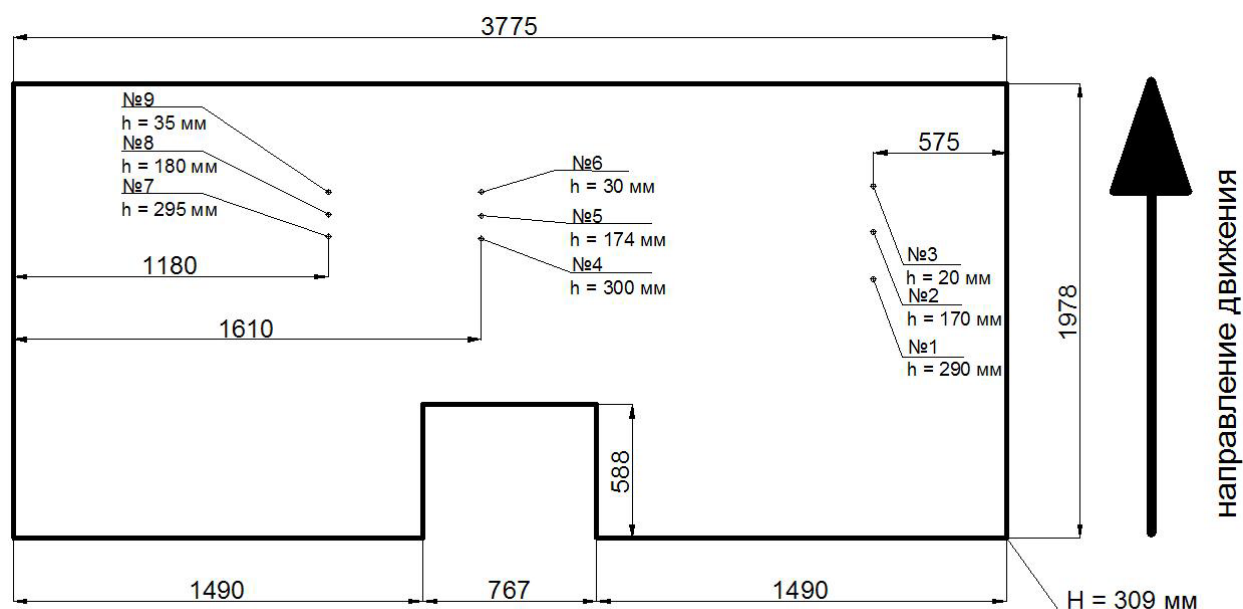


Рис. 1. Схема размещения и установки термопар

На рис. 2 представлен общий вид собранного контейнера теплозащиты испарительного типа закрепленный на экспериментальном слябе после выдачи из печи.



Рис. 2. Экспериментальный сляб с АРТ после выдачи из печи

С помощью выше описанной системой АРТ технологи цеха и персонал печей достаточно быстро получили надежные данные о реальном температурном режиме нагрева металла. После проведения экспериментов на двух нагревательных печах стана 5000, проведения анализа полученных данных были получены интересные и крайне важные результаты. Самым главным отличием стало отклонение температур реального процесса от рассчитанных математической моделью (ММ). Также были замечены отличия в показании зональных термопар от температуры газовой печи над АРТ. По результатам эксперимента удалось выявить недостаточную степень равномерной прогреваемости металла, которая недопустима по техническому заданию, но до проведения эксперимента не была известна. Что неизбежно приводило к повышению количества брака и повышенному износу, последующего за печью,

прокатного оборудования. На выходе из печи максимальный перепад составил до 60°C . Недостатки ММ также подчеркиваются и сравнением поведения изменения реального и расчётного максимального перепада температур по слябу в процессе его продвижения через печь. Такой характер изменения данного параметра массивного металла, как это следует из расчётов по ММ, практически не может быть осуществлён в реальности. График изменения максимального перепада температур по слябу представлен на рис. 3.

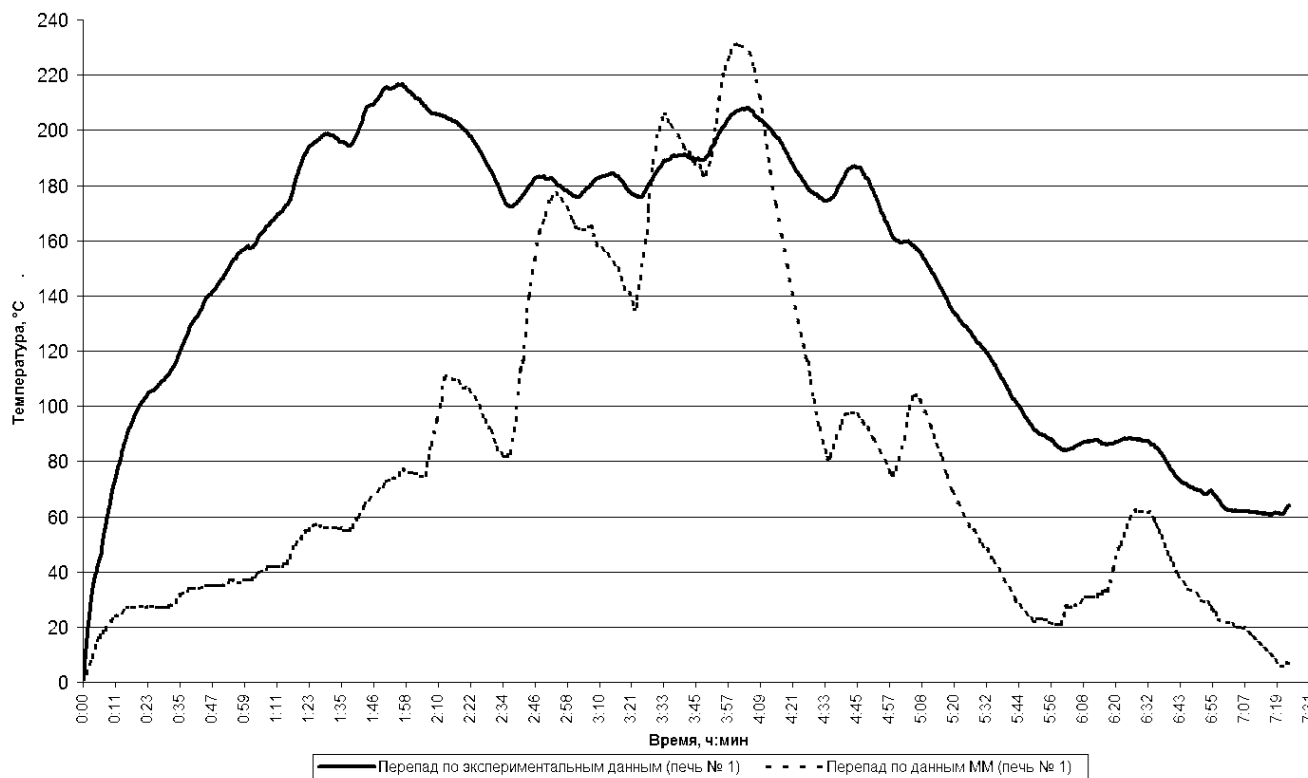


Рис. 3. График изменения максимального перепада температур в слябе

Анализ результатов изучения тепловой работы печей позволяет сделать выводы о достоинствах и недостатках данных печных агрегатов. Печи с шагающими балками стана 5000 в целом решают поставленную задачу – обеспечивают нагрев массивных слябов перед станом 5000.

Данные нагревательные печи обеспечивают достаточно низкий удельный расход топлива, пониженное образование окалины, низкое содержание O_2 в дымовых газах, т.е. хорошее сжигание топлива. Однако данные печи имеют существенные недостатки.

В обоих экспериментах сляб не был нагрет до параметров, необходимых по технологии и гарантированных поставщиком печей. Вместо заданных по математической модели (ММ) АСУ ТП $t_{\text{мет}} = 1170^{\circ}\text{C}$ и максимального перепада температур по слябу 20°C , температура поверхности в обоих экспериментах не была достигнута, а максимальная неравномерность нагрева металла составила: для печи № 2 – 39°C , для печи № 1 – 64°C .

Наблюдается значительная неравномерность нагрева металла по длине заготовки (т.е. по ширине печи). График изменения температур по сечениям сляба представлен на рис. 4.

Из всех выше представленных результатов можно сделать вывод о том, что ММ неадекватно описывает нагрев слябов в печи: она нечетко отслеживает реальный механизм теплообмена по длине печи (в методической зоне и зоне предварительного нагрева радиационные и конвективные тепловые потоки выше, чем заложены в ММ, а в конце печи – эти показатели завышены); не учитывается неравномерность нагрева как по длине заготовки (по ширине печи), так и по толщине металла.

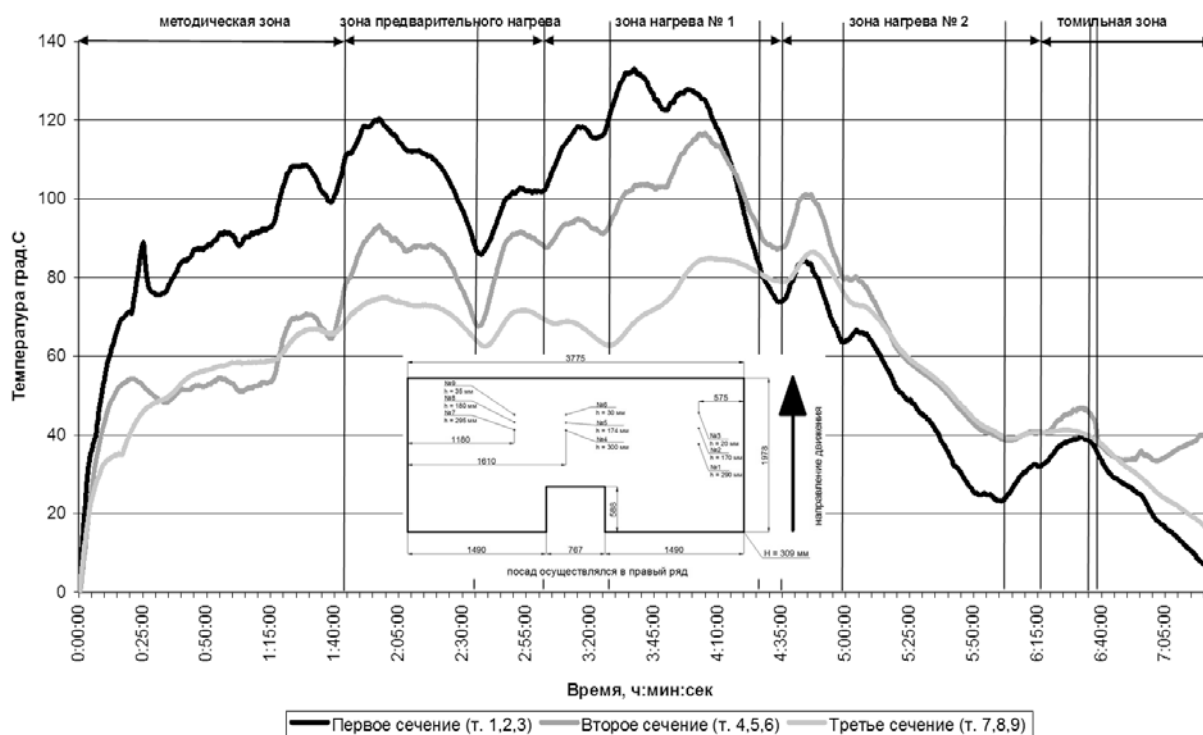


Рис. 4. График изменения температур по сечениям сляба

Аналогичные исследования были проведены и на других печах Выксунского металлургического завода, а также на печах Магнитогорского металлургического комбината. Как показали наши исследования, в целом печное оборудование, поставляемое фирмами из Германии, Франции, Бельгии и Италии («LOI», «Danielli», «Fives Stein») характеризуется положительно: они имеют низкий удельный расход топлива, пониженное окалинообразование и уменьшенные выбросы оксидов азота, качественное информационное сопровождение управления процессом нагрева. Однако, они характеризуются также существенными недостатками, которые, в частности, проявляются в том, что не полностью подтверждаются параметры функционирования, заявляемые поставщиками, в том числе и по качеству нагрева, необходимого для эффективного функционирования станов горячей прокатки для получения металла высшего качества, например для магистральных трубопроводов высокого давления транспортируемого газа.

Практически на всех печах не обеспечивается достижение декларируемых поставщиком печей величин перепадов в нагретой заготовке перед её выдачей из печи. Отклонение данного параметра готового металла от заданного достигает весьма значительных величин: от 5–10 до 30–50 °С.

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ЧАСТИЦ ЛИСАКОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Епишин А.Ю., Карелин В.Г., Зайнуллин Л.А.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург, Россия

ОАО «ВНИИМТ», г. Екатеринбург, Россия

Успешное обесфосфоривание лисаковского гравитационно-магнитного концентрата целиком и полностью опирается на качественное проведение предварительного окислительного обжига материала. Данный процесс является неотъемлемым звеном технологической цепочки [1] и предшествует стадии выщелачивания фосфора слабым водным раствором серной кислоты. Поэтому необходимо установить возможные критерии и параметры обжига ли-